



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 199 13 795 C 1

⑤ Int. Cl. 7:  
B 60 L 1/00  
B 60 L 11/18  
H 01 M 8/00

⑳ Aktenzeichen: 199 13 795.1-32  
㉔ Anmeldetag: 26. 3. 1999  
㉕ Offenlegungstag: -  
㉖ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 5. 10. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉗ Patentinhaber:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

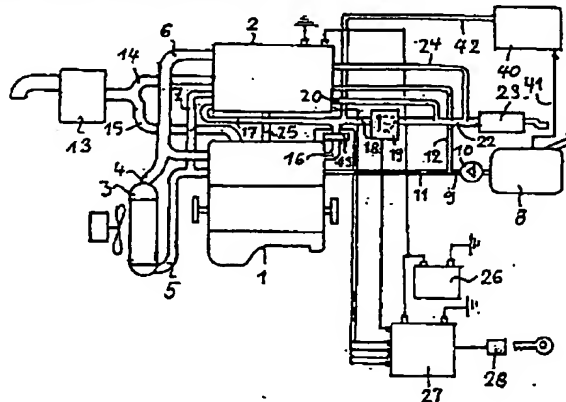
㉘ Erfinder:  
Boll, Wolf, Dr., 71384 Weinstadt, DE

㉙ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 197 03 171 A1  
DE 195 37 801 A1  
DE 195 37 800 A1  
DE 195 23 109 A1

⑤ Vorrichtung mit einer Brennkraftmaschine und mit einem Brennstoffzellensystem

⑥ Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung mit einer Brennkraftmaschine (1) und einem Brennstoffzellensystem (2). Bei den Aggregaten sind eine Reihe von Bauteilen wie Kühler, Abgasanlage und Luftfilter gemeinsam. Das Brennstoffzellensystem wird von Abgasen ausgeheizt, die von einem Brenner und/oder der Brennkraftmaschine erzeugt werden (Fig. 1).



DE 199 13 795 C 1

DE 199 13 795 C 1

## DE 199 13 795 C 1

1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung mit einer aus einem Tank mit flüssigen Kraftstoff versorgten Brennkraftmaschine für die Erzeugung mechanischer Energie und mit einem Brennstoffzellensystem, das im Betrieb der Brennkraftmaschine elektrische Energie wenigstens für die zum Betrieb der Brennkraftmaschine vorgesehenen elektrischen Einrichtungen erzeugt und mit einer Pufferbatterie verbunden ist.

Es ist bereits ein von einer Brennkraftmaschine angetriebenes Fahrzeug der eingangs genannten Art bekannt, das ein Brennstoffzellenaggregat enthält, das die elektrischen Verbraucher des Fahrzeugs mit elektrischer Energie versorgt und unabhängig vom Betrieb der Brennkraftmaschine aktivierbar ist. Das Brennstoffzellenaggregat versorgt auch die Brennkraftmaschine mit elektrischer Energie. Mit dem Brennstoffzellenaggregat ist eine Batterie verbunden, die beim Anlassen des Verbrennungsmotors Strom abgibt und kurzzeitige Spitzenbelastungen abdeckt (DE 197 03 171 A1). Die Brennstoffzelle wird bei diesem bekannten Fahrzeug mit Wasserstoff aus einem Tank oder indirekt durch Reformierung flüssiger oder gasförmiger Kraftstoff über eine gesteuerte Drossel versorgt. Die Versorgung der Brennstoffzelle mit Reaktionsluft erfolgt über einen Verdichter mit nachgeschalteter Drossel.

Bekannt ist auch ein von einer Brennkraftmaschine angetriebenes Kraftfahrzeug, das anstelle einer Lichtmaschine ein Brennstoffzellensystem aufweist, das die elektrische Energie zum Betreiben von Verbrauchern unabhängig von der Drehzahl der Brennkraftmaschine zur Verfügung stellt. Bei diesem Kraftfahrzeug wird die Brennkraftmaschine mit flüssigem Kraftstoff versorgt. Aus dem flüssigen Kraftstoff wird Wasserstoff für den Betrieb des Brennstoffzellensystems abgetrennt. Es wird nur ein Teil des Wasserstoffs aus dem Kraftstoff abgetrennt. Die verbleibenden Kraftstoffbestandteile werden in der Brennkraftmaschine weiterverwertet, indem gasförmige Bestandteile der Brennkraftmaschine direkt über einen Gemischbildner zugeführt werden. In der Versorgungsleitung zur Brennstoffzelle ist ein  $H_2$ -Zwischenspeicher vorgesehen, aus dem die Brennstoffzelle beim Fahrzeugstart versorgt wird. Eine Batterie ist zum Starten des Brennstoffzellensystems und/oder einer Spaltanlage zur Abtrennung des Wasserstoffs aus dem flüssigen Kraftstoff vorgesehen (DE 195 23 109 A1). Hiervon geht die Erfindung aus.

Bekannt ist weiterhin ein Kraftfahrzeug mit einem Abgaswärmetauscher, der im Betrieb einer Verbrennungsmaschine ständig im deren Abgasstrom liegt. Der Abgaswärmetauscher ist ein zentraler Wärmetauscher, der ein Fluid aufheizt, das zu sekundären Wärmetauschern transportiert wird, die verschiedene Einheiten im Kraftfahrzeug aufheizen (DE 195 37 801 A1).

Schließlich ist eine Abgasanlage mit Wärmetauscher einer Verbrennungskraftmaschine bekannt, bei der eine Zusatzheizung zusätzlich Heizgase über den Wärmetauscher einem Katalysator zuführt. Durch den Wärmetauscher wird dem Heizgasstrom Wärme entzogen, um eine Überhitzung des Katalysators zu vermeiden (DE 195 37 800 A1).

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine Vorrichtung mit einer Brennkraftmaschine und mit einem elektrischen Energie zumindest für den Eigenbedarf der Brennkraftmaschine erzeugenden Brennstoffzellensystem dahingehend weiterzuentwickeln, daß der für den Betrieb der Brennkraftmaschine und des Brennstoffzellensystems erforderliche Aufwand wesentlich reduziert und das Betriebsverhalten verbessert wird.

Das Problem wird bei einer Vorrichtung der eingangs be-

2

schriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß im Brennstoffzellensystem mindestens ein Wärmetauscher, über den durch Verbrennung des flüssigen Kraftstoffs entstehende Abgase der Brennkraftmaschine oder Heizgase leitbar sind, und mindestens ein Temperatursensor vorgesehen sind und daß bei Erreichen der vom Temperatursensor gemessenen, für das Arbeiten des Brennstoffzellensystems ausreichenden Betriebstemperatur die Leitung von Abgasen oder Heizgasen über den Wärmetauscher unterbrochen wird. Das Brennstoffzellensystem erreicht durch die Aufheizung mittels der Abgaswärme oder des Heizgases seine Betriebstemperatur schneller und beginnt zu arbeiten, so daß die Pufferbatterie weniger beansprucht wird, z. B. weil sie die Wärmezufuhr nicht alleine erbringen muß sondern ggf. nur einen Rest im Hochtemperaturbereich. Es reicht daher eine Pufferbatterie mit geringer Kapazität für den Eigenbedarf des Verbrennungsmotors bis zur Betriebsaufnahme des Brennstoffzellensystems aus. Nach dem Erreichen der Betriebstemperatur des Brennstoffzellensystems wird der Heiß- oder der Abgasstrom über das Brennstoffzellensystem unterbrochen und direkt z. B. der Abgasanlage zugeführt. Die vom Brennstoffzellensystem im Betrieb erzeugte Wärme sorgt dann für die Aufrechterhaltung der Betriebstemperatur.

Eine zweckmäßige Ausführungsform besteht darin, daß das Brennstoffzellensystem und die Brennkraftmaschine an einen gemeinsamen Kühler angeschlossen und mit einer gemeinsamen Abgasanlage verbunden sein können. Durch die gemeinsame Ausnutzung von Komponenten ergibt sich ein geringer gerätetechnischer Aufwand.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Brennkraftmaschine mit ihren Auslaß für Abgase an den Wärmetauscher angeschlossen, der durch einen Bypass zwischen dem Auslaß für die Abgase und der Abgasanlage überbrückbar ist. Die heißen Abgase der Brennkraftmaschine werden bei dieser Ausführungsform für die Aufheizung des Brennstoffzellensystems ausgenutzt. Nach dem Starten des Verbrennungsmotors erreicht die Brennstoffzelle daher in relativ kurzer Zeit ihre Betriebstemperatur.

Bei einer anderen zweckmäßigen Ausführungsform ist ein Brenner für eine Vorheizung oder eine Standheizung, der mit flüssigem Kraftstoff versorgt wird, mit einem Abzweig für Heißgas an den Wärmetauscher angeschlossen, der durch einen Bypass zwischen dem Abzweig und der Abgasanlage der Vorheizung überbrückbar ist. Es kann vorteilhaft sein, wenn Standheizung und Wärmetauscher zu einer Baueinheit zusammengefaßt sind.

Es ist günstig, wenn die Brennkraftmaschine und das Brennstoffzellensystem gemeinsam an ein Luftfilter angeschlossen sind, um den gerätetechnischen Aufwand der für den Betrieb der beiden Aggregate notwendig ist, noch weiter zu vermindern.

Insbesondere sind die Brennkraftmaschine und das Brennstoffzellensystem gemeinsam an eine Kraftstoffpumpe angeschlossen. Die Anzahl der Hilfsaggregate für die Brennkraftmaschine und das Brennstoffzellensystem wird durch diese Ausführungsform zusätzlich reduziert.

Bei einer besonders zweckmäßigen Ausführungsform ist einer im Brennstoffzellensystem vorgesehenen Gaserzeugungseinrichtung, die von flüssigem Kraftstoff Wasserstoff für den Betrieb einer Brennstoffzelle abspaltet, eine  $H_2$ -Trennanlage nachgeschaltet, die über eine Entsorgungsleitung für verbliebene Kraftstoffbestandteile mit einem Zwischenspeicher verbunden ist, der an die Brennkraftmaschine bei deren Betriebstemperatur und/oder in deren höherem Lastbereich anschließbar ist. Die nach der Abspaltung vom Wasserstoff verbleibenden Reaktionsprodukte werden bei dieser Ausführungsform zwischengespeichert und bei be-

## DE 199 13 795 C 1

3

stimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine zugeführt. Bei diesen Betriebszuständen ist die Zündfähigkeit des aus dem Kraftstoff und den Reaktionsprodukten erzeugten Gemischs mit Sicherheit gegeben. Da die Reaktionsprodukte nicht in den Tank zurückgeführt werden, wird vermieden, daß die Zündfähigkeit des Kraftstoffs im Tank im Laufe der Zeit einen für einwandfreien Motorbetrieb notwendigen Wert unterschreitet.

Die Brennkraftmaschine kann insbesondere eine elektromotorische Ventilsteuerung aufweisen. Eine derartige Ventilsteuerung hat einen hohen Strombedarf, der vom Brennstoffzellensystem auch bei niedrigen Motordrehzahlen in ausreichendem Umfang bereitgestellt wird. Es erübrigt sich daher ein für eine hohe Leistung ausgelegter Generator, der Motorleistung beansprucht, ein hohes Gewicht hat und einen großen Raum benötigt. Zudem muß die Ausgangsspannung des Generators an die von der Ventilsteuerung benötigte Spannung mit einem Umrichter angepaßt werden, der zusätzlichen Aufwand bedeutet. Durch den Einsatz eines Brennstoffzellensystems bei einer Brennkraftmaschine mit elektromotorischer Ventilsteuerung werden die vorstehend beschriebenen Nachteile vermieden.

Bei einer anderen günstigen Ausführungsform ist mit der Brennkraftmaschine eine Lichtmaschine verbunden, deren Leistung für Verbraucher wie Zündung, Einspritzung, elektrische Steuerung ohne den erhöhten Leistungsbedarf der elektromotorischen Ventilsteuerung im unteren Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine bemessen ist. Die Lichtmaschine kann herkömmlicher Art mit kompaktem Aufbau sein. Sie stellt bei einer Störung des Brennstoffzellensystems den Betrieb der Brennkraftmaschine zusammen mit der Pufferbatterie auch im niedrigen Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine für einen längeren Zeitraum sicher.

Insbesondere ist eine Steuerung vorgesehen, die den Verbrauch an elektrischer Leistung oder Strom überwacht und in Abhängigkeit vom Wirkungsgrad der Lichtmaschine und des Brennstoffzellensystems beim jeweils festgestellten Verbrauch das Stromerzeugungsaggregat mit dem höheren Wirkungsgrad bei diesem Verbrauch auf die Verbraucher schaltet.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Vorrichtung in einem Kraftfahrzeug angeordnet, das von der Brennkraftmaschine in herkömmlicher Weise antriebsbar ist.

Die Erfindung wird im folgenden an Hand eines in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben, aus dem sich weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile ergeben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Vorrichtung mit einer Brennkraftmaschine und einem Brennstoffzellensystem schematisch in Seitenansicht, Fig. 2 nähere Einzelheiten des in Fig. 1 dargestellten Brennstoffzellensystems im Schema.

Eine Vorrichtung zur Erzeugung mechanischer Energie enthält eine Brennkraftmaschine 1, z. B. einen mehrzylindrigen Kolbenmotor, und ein Brennstoffzellensystem 2, das elektrische Energie zumindest für den Eigenverbrauch der Brennkraftmaschine 1 erzeugt, die mit elektrischen Hilfsaggregaten beispielsweise für Zündung, Einspritzung und Kraftstoffdosierung versehen ist. Es handelt sich dabei um an sich bekannte Hilfsaggregate, die nicht näher dargestellt sind. Das Brennstoffzellensystem 2 kann aber auch noch andere elektrische Verbraucher mit Strom versorgen.

Die Brennkraftmaschine 1 weist einen Kühler 3 mit einem Ventilator auf. Der Kühler 3 ist durch Rohrleitungen 4, 5 mit dem Motorblock des Verbrennungsmotors 1 verbunden. Abzweige 6, 7 der Rohrleitungen 4, 5 verlaufen zum Brennstoffzellensystem 2, das mit der Brennkraftmaschine 1 den Kühler 3 gemeinsam hat. Die Leitungen können

4

schaltbar gestaltet sein. So ist eine teilweise Vorheizung des einen durch das andere System möglich.

Die Brennkraftmaschine 1 wird aus einem Kraftstofftank 8 mit flüssigem Kraftstoff versorgt. Eine im Zuge der Kraftstoffleitung 9 angeordnete Kraftstoffpumpe 10 fördert den flüssigen Kraftstoff zum nicht dargestellten Verteiler bzw. zur nicht dargestellten Einspritzpumpe der Brennkraftmaschine 1. Die Kraftstoffleitung 9 verzweigt sich hinter der Kraftstoffpumpe 9 – in Förderichtung gesehen – in zwei Leitungen 11, 12, von denen die Leitung 11 zum Verteiler bzw. zur Einspritzpumpe und die Leitung 12 zum Brennstoffzellensystem 2 verläuft, d. h. die Brennkraftmaschine 1 und das Brennstoffzellensystem 2 werden aus der gleichen Quelle mit der gleichen Pumpe mit Kraftstoff versorgt.

Die Reaktionsluft der Brennkraftmaschine 1 wird über ein Luftfilter 13 angesaugt, das ausgangsseitig durch eine, zwei Zweige 14, 15 aufweisende Rohrleitung mit der Brennkraftmaschine 1 und dem Brennstoffzellensystem 2 verbunden ist. Das Luftfilter 13 ist somit im Beispiel der Brennkraftmaschine 1 und dem Brennstoffzellensystem 2 gemeinsam.

Von der Brennkraftmaschine 1 geht eine Abgasleitung 16 aus, die sich in eine Leitung 17 und eine Leitung 18 verzweigt. Die Leitung 18 verläuft zu einem Absperrlement 19. Die Leitung 17 verläuft zu einem im Brennstoffzellensystem 2 angeordneten Gas/Gas-Wärmetauscher, der unten noch näher beschrieben wird.

Von diesem Gas/Gas-Wärmetauscher im Brennstoffzellensystem 2 geht eine Rohrleitung 20 aus, die sich mit einer Abgasleitung 22 vereinigt, die zu einer Abgasanlage 23 verläuft, die der Brennkraftmaschine 1 und dem Brennstoffzellensystem 2 gemeinsam ist. In die Leitung 16 kann ein Vorkatalysator 43 eingeschaltet sein, bevor das Abgas des Brennstoffzellensystems 2 erreicht.

Aus dem Brennstoffzellensystem 2 werden die Reaktionsprodukte, Restluft und Wasserdampf über eine Rohrleitung 24 abgeführt, die in die Rohrleitung 22 einmündet.

Vom Brennstoffzellensystem 2 geht eine Rohrleitung 25 aus, über die Kraftstoffbestandteile nach der Abtrennung von Wasserstoff im Brennstoffzellensystem und gegebenenfalls Speicherung der Brennkraftmaschine 1 zugeleitet werden.

Eine Batterie 26, ein Akkumulator, ist über nicht näher bezeichnete Leitungen mit der Brennkraftmaschine 1 und dem Brennstoffzellensystem 2 verbunden.

Eine Steuerung 27 ist an die Brennkraftmaschine 1, das Brennstoffzellensystem 2, und die Batterie 26 über nicht dargestellte Leitungen angeschlossen. Die Steuerung 27 steht mit einem Zündschloß 28 in Verbindung, durch dessen Betätigung die Brennkraftmaschine 1 gestartet wird, indem ein nicht dargestellter Anlasser von der Batterie 26 mit Strom versorgt wird. Die Steuerung 27 ist weiterhin über nicht näher bezeichnete Leitungen mit dem Absperrlement 19 verbunden. Weitere, nicht dargestellte Leitungen verbinden die Steuerung 27 mit Temperatursensoren in der Brennkraftmaschine 1 und dem Brennstoffzellensystem 2 sowie mit elektrischen Bauteilen im Brennstoffzellensystem. Diese Bauteile sind unten näher beschrieben.

Das Brennstoffzellensystem 2 enthält eine Spaltanlage 29, der flüssiger Kraftstoff durch die Leitung 12 zugeführt wird und die auf an sich bekannte Weise aus dem Kraftstoff Wasserstoff abspaltet. In einer der Spaltanlage 29 nachgeschalteten H<sub>2</sub>-Trennanlage 30 wird der Wasserstoff von den verbleibenden Kraftstoffteilen abgetrennt. Der abgetrennte Wasserstoff wird über einen Verdichter 31 und eine Drossel 32 einer Brennstoffzelle 33 zugeführt. Die von der Rohrleitung 14 kommende Reaktionsluft wird über einen Verdichter 34 und eine Drossel 35 ebenfalls der Brennstoffzelle 33

## DE 199 13 795 C 1

5

zugeführt, bei der es sich z. B. um eine PEM-Zelle handelt. Die Rohrleitungen 6 und 7 führen zu Kühleinrichtungen in der Brennstoffzelle 33 und gegebenenfalls der Spaltanlage 29 und der H<sub>2</sub>-Trennanlage 30. Über die Rohrleitung 17 werden die heißen Abgase ggf. über einen elektrischen Zubei-  
 5 heizer 21 nachgeheizt und in das Brennstoffzellensystem 2 geleitet und gelangen über Wärmetauscher 36, 37, 38 in Brennstoffzelle 33 und der H<sub>2</sub>-Trennanlage 30 sowie der Spaltanlage 29 zur Rohrleitung 20, über die sie das Brennstoffzellensystem 2 verlassen. Die Abführung der Restluft und des Reaktionswasser geschieht über Kanäle, die in die  
 10 Rohrleitung 24 einmünden. Je nach dem Aufbau und der Art der Gewinnung des Wasserstoffs aus dem flüssigen Kraftstoff kann auch auf die Wärmetauscher 37, 38 verzichtet werden. Es ist auch möglich, das Reaktionswasser separat abzuführen.

Die Brennkraftmaschine 1 hat vorzugsweise eine elektromotorische Ventilsteuerung, die bei niedrigen Drehzahlen einen hohen Stromverbrauch hat. Dieser Stromverbrauch und der Stromverbrauch der Zündung, Einspritzung und gegebenenfalls einer elektrischen Kraftstoffdosierung wird von der Brennstoffzelle 33 gedeckt, die auch noch andere Verbraucher mit Strom versorgen kann. Die Brennstoffzelle 23 ist durch die Anzahl der einzelnen Zellen und deren Schaltung an den Bedarf der Verbraucher angepaßt.

Der nach der Abtrennung des Wasserstoffs verbleibenden Kraftstoff wird in einem Zwischenspeicher 39 eingespeist. Der Kraftstoff im Zwischenspeicher 39 wird bei bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine 1 zugeführt und sofort verbraucht. Diese Betriebszustände sind z. B. eine bestimmte Betriebstemperatur und/oder ein höherer Lastbereich. Auf diese Weise wird der im Tank 8 gespeicherte Kraftstoff nicht mit höher siedenden Bestandteilen vermischt, die die Zündfähigkeit ungünstig beeinflussen.

Die Brennkraftmaschine 1 wird mittels der Batterie 26 und einen nicht dargestellten Anlasser gestartet. Nach dem Starten wird das Brennstoffzellensystem 2 durch die Gas-/Gas-Wärmetauscher 36, 37, 38 von den heißen Abgasen aufgeheizt. Wenigstens ein nicht dargestellter Temperatursensor meldet der Steuerung 27, wenn das Brennstoffzellensystem 2 seine Betriebstemperatur erreicht hat. Dann wird das Brennstoffzellensystem 2 in Betrieb gesetzt. Im Betrieb entsteht Wärme. Deshalb wird das Absperrlement 19 geöffnet, so daß die heißen Abgase direkt, d. h. nicht über die Wärmetauscher 36, 37, 38 zur Abgasanlage 23 gelangen.  
 45 Eine Vorrichtung, wie sie im Zusammenhang mit den Fig. 1 und 2 beschrieben ist, befindet sich vorzugsweise in einem Kraftfahrzeug. Bei diesem wird durch die Aufheizung der Brennstoffzelle 33 schon in Mittelstreckenbetrieb ein ausreichender Wirkungsgrad erzielt. Außerdem wird gegenüber einer Aufheizung der Brennstoffzelle durch andere Mittel Energie gespart. Auch wird der Heizaufwand für die Brennstoffzelle vermindert.

In manchen Kraftfahrzeugen ist eine Standheizung vorhanden. Die Standheizung kann zusätzlich für die Erwärmung des Brennstoffzellensystems 2 auf Betriebstemperatur verwendet werden. In Fig. 1 ist eine Standheizung mit 40 bezeichnet. Die Standheizung erhält für ihren Betrieb flüssigen Kraftstoff aus dem Tank 8 über eine Leitung 41. Die Heizgase der Standheizung 40 werden über eine Rohrleitung 42 in die Rohrleitung 17 eingespeist, von der aus sie in das Brennstoffzellensystem 2 gelangen und dieses auf Betriebstemperatur aufheizen. Über die Rohrleitung 20 und die Abgasanlage 23 gelangen die Abgase dann ins Freie. Die Standheizung kann aber auch separat den Wärmetauscher im Brennstoffzellensystem speisen, wodurch eine Abführung der Heizgase getrennt von Abgassystem stattfindet. Damit lassen sich eventuelle Beeinflussungen seitens des  
 65

6

Motors vermeiden. Im Brennstoffzellensystem ist dann eine eigene Leitung für die Heizgase vorgesehen. Diese Leitung ist nicht dargestellt. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, einen separaten Brenner vorzusehen, der nur zur Erwärmung des Brennstoffzellensystems 2 verwendet wird und dessen Abgase bzw. Heizgas in gleicher Weise wie bei der Standheizung 40 entsorgt werden.

Das Brennstoffzellensystem 2 ist in der Lage, mit relativ geringem Aufwand einen hohen Strombedarf zu decken. Neben dem Eigenbedarf der Brennkraftmaschine können daher weitere Verbraucher, wie sie in einem Kraftfahrzeug vorhanden sind, versorgt werden. Ein solches Kraftfahrzeug kann auch noch eine Lichtmaschine aufweisen, die dann aber nicht für den hohen Stromverbrauch ausgelegt ist und daher bei kompakten Abmessungen ein geringes Gewicht hat. Es ist möglich, daß diese Lichtmaschine eigene Verbraucher speist. Günstig ist es aber, wenn mit der Steuerung der Verbrauch gemessen und in Abhängigkeit vom verbrauchten Strom diejenige Einheit auf die Verbraucher geschaltet wird, die bei diesem Verbrauch den höheren Wirkungsgrad hat.

Im Falle einer Störung bzw. eines Ausfalls der Brennstoffzelle kann die kompakte Lichtmaschine in Verbindung mit der Batterie für eine gewisse Zeit auch einen hohen Strombedarf decken.

Wenn die Brennkraftmaschine nur kurzzeitig betrieben wurde und keine ausreichende Zeit für eine Nachladung des Akkumulators durch die Brennstoffzelle vorhanden war, kann die Brennstoffzelle ggf. nach dem Abschalten des Verbrennungsmotors kurzzeitig im "Nachlauf" betrieben werden.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung mit einer aus einem Tank mit flüssigem Kraftstoff versorgten Brennkraftmaschine zur Erzeugung mechanischer Energie und mit einem Brennstoffzellensystem, das im Betrieb der Brennkraftmaschine elektrische Energie wenigstens für die zum Betrieb der Brennkraftmaschine vorgesehenen elektrischen Einrichtungen erzeugt und mit einer Pufferbatterie verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß im Brennstoffzellensystem (2) mindestens ein Wärmetauscher (36, 37, 38), über den durch Verbrennung des flüssigen Kraftstoffs entstehende Abgase der Brennkraftmaschine oder Heizgase leitbar sind, und mindestens ein Temperatursensor vorgesehen sind und daß bei Erreichen der vom Temperatursensor gemessenen, für das Arbeiten des Brennstoffzellensystems (2) ausreichenden Betriebstemperatur die Leitung von Abgasen oder Heizgasen über den Wärmetauscher (36, 37, 38) unterbrochen wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Brennstoffzellensystem (2) und die Brennkraftmaschine (1) an einen gemeinsamen Kühler (3) angeschlossen und mit einer gemeinsamen Abgasanlage (23) verbunden sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennkraftmaschine (1) mit ihrem Auslaß für Abgase an den Wärmetauscher (36, 37, 38) angeschlossen ist, der durch einen Bypass zwischen dem Auslaß für Abgase und der Abgasanlage (23) überbrückbar ist.
4. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Brenner für eine Vorheizung oder eine Standheizung (40), der mit flüssigem Kraftstoff versorgt wird, mit einem Abzweig für Heizgas an den Wärmetauscher an-

## DE 199 13 795 C 1

7

8

- geschlossen ist, der durch einen Bypass zwischen dem Abzweig und der Abgasanlage (23) überbrückbar ist.
5. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennkraftmaschine (1) und das Brennstoffzellensystem (2) gemeinsam an ein Luftfilter (13) angeschlossen sind.
6. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennkraftmaschine (1) und das Brennstoffzellensystem gemeinsam an eine Kraftstoffpumpe (10) angeschlossen sind, die mit dem Tank (8) verbunden ist.
7. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß einer im Brennstoffzellensystem (2) angeordneten Gaserzeugungseinrichtung (29), die aus flüssigem Kraftstoff Wasserstoff für den Betrieb einer Brennstoffzelle (33) abspaltet, eine H<sub>2</sub>-Trennanlage (30) nachgeschaltet ist, die über eine Entsorgungsleitung für verbliebene Kraftstoffbestandteile mit einem Zwischenspeicher (39) verbunden ist, der an die Brennkraftmaschine (1) bei deren Betriebstemperatur und/oder in deren höherem Lastbereich anschließbar ist.
8. Vorrichtung zumindest nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennkraftmaschine (1) eine elektromotorische Ventilsteuerung aufweist.
9. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mit der Brennkraftmaschine (1) eine Lichtmaschine verbunden ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuerung (27) den Stromverbrauch überwacht und in Abhängigkeit vom Wirkungsgrad der Lichtmaschine und des Brennstoffzellensystems beim jeweils festgestellten Verbrauch das Stromerzeugungsaggregat mit den höheren Wirkungsgrad auf die Verbraucher schaltet.
11. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Anordnung in einem Kraftfahrzeug.
12. Vorrichtung gemäß Anspruch 1-10 dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffzelle unabhängig vom Verbrennungsmotor im Vor- oder Nachlauf betrieben wird.
13. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Standheizung und der Wärmetauscher zu einer Baueinheit zusammengesetzt sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:

DE 199 13 795 C1

Int. Cl.7:

B 60 L 1/00

Veröffentlichungstag:

5. Oktober 2000

Fig. 1

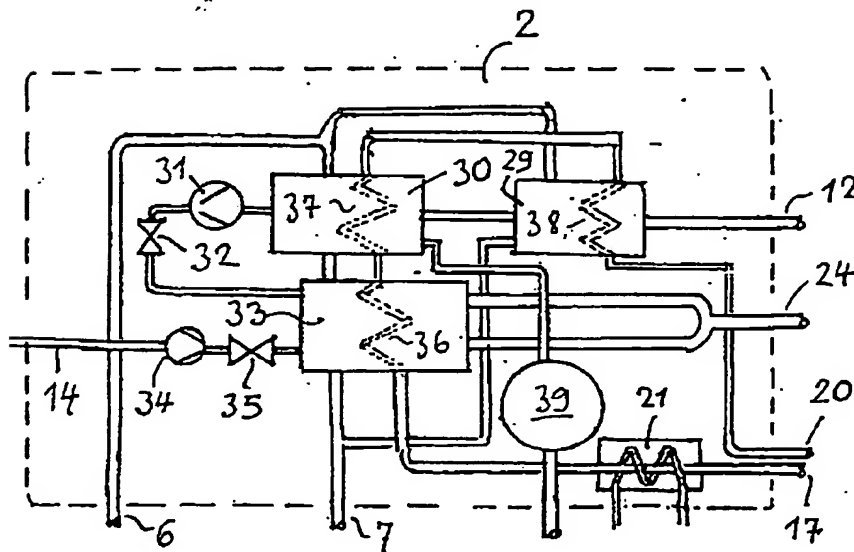
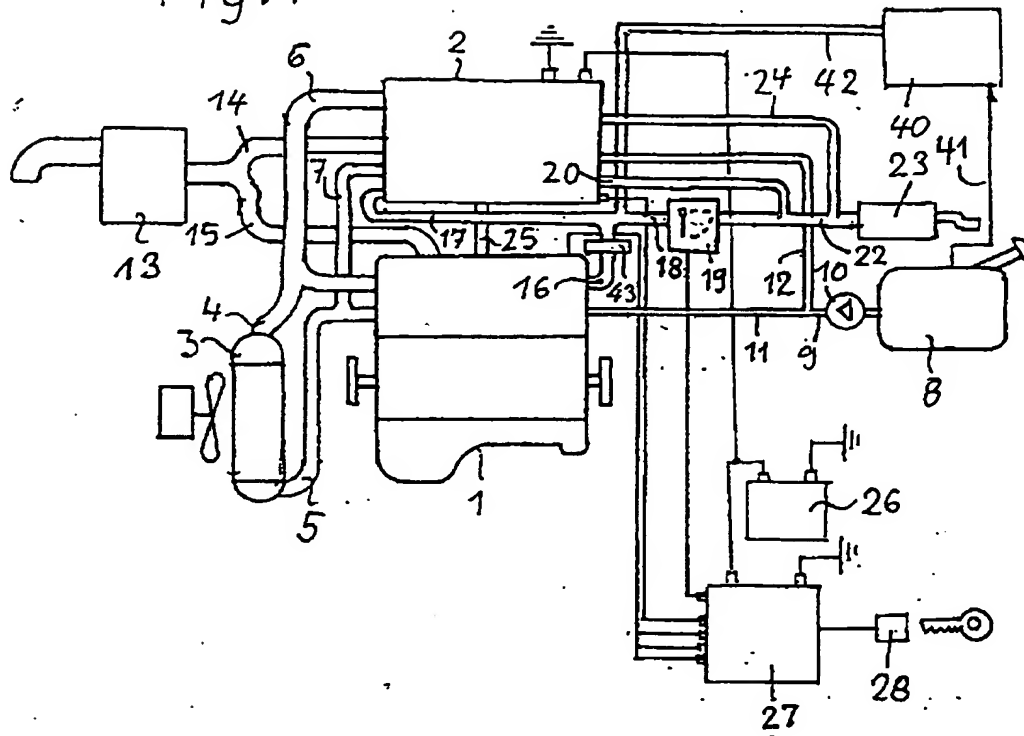


Fig. 2

002 140/238

AVAILABLE COPY